



Desastres naturales: una visión crítica sobre su entendimiento y gestión

*Natural disasters: a critical approach to its
understanding and management*

■ Pedro Herranz Araújo y Juan Carlos Gutiérrez Marco*

Resumen

Todos los desastres naturales comparten dos facetas interrelacionadas. Por un lado, la más previsible y estereotipada es la que depende directamente de la dinámica natural y se manifiesta por riesgos naturales tipo geológico, atmosférico, biológico o extraterrestre. Por otro lado, la enorme variedad de efectos y la magnitud de los daños están condicionadas muchas veces por la intervención humana previa, simultánea o posterior a la catástrofe.

Palabras clave

Desastres. Catástrofes naturales. Riesgos geológicos. Mitigación de daños. Factor humano.

Abstract

All natural disasters share two interrelated aspects. On the one hand, the most well-known and predictable is the group of topics related with natural dynamics and natural hazards of geological, biological, atmospheric or extraterrestrial origin. On the other hand, the range of effects and their magnitude are frequently conditioned by the human attitude before, during and after a natural catastrophe.

Key words

Disasters. Natural catastrophes. Geohazards. Damage remediation. Human factor.

* Los autores son doctores en Geología y trabajan en el Instituto de Geología Económica (CSIC-UCM), Madrid.



Figura 1. Vista parcial de la ciudad de San Francisco tras el sismo del 18 de abril de 1906 (fotografía desconocida).

■ Aunque etimológicamente distintas, las palabras desastre (= “sin [buena] estrella”, derivada del occitano) y catástrofe (= venirse abajo; del griego *cata*, abajo, y *-strophos*, girar, volverse) vienen a designar cosas parecidas, cuando se refieren a la materialización de algún riesgo natural. Los riesgos que se ciernen sobre el planeta son de muchos tipos, y a grandes rasgos se agrupan en tres categorías: naturales, antrópicos e inducidos, siendo el tercero una variante, por agravamiento o desencadenamiento, de cualquiera de los tipos reunidos en las categorías anteriores. Por su parte, los riesgos naturales pueden ser de tipo extraterrestre (radiaciones, caída de meteoritos, perturbaciones por otros campos gravitatorios) o terrestre (con factores biológicos, geológicos y atmosféricos muy impactantes: plagas, epidemias, volcanes, sismos, movimientos del terreno, huracanes, lluvias torrenciales, etcétera). Por último, los riesgos antrópicos son de los tipos tecnológico (afectando a transportes o instalaciones), financiero (inversiones, proyectos, crisis generalizadas) o social (guerras, revoluciones).

Es obvio que la reciente acumulación de desastres naturales de raíz geológica o atmosférica viene generando inquietud en la sociedad llamada occidental, a la par que una curiosidad interesada. Hay una sensación generalizada de que está pasando “algo” inusual.

Las últimas catástrofes naturales (terremotos, inundaciones, deslizamientos de tierra) son hechos incontestables, pero nuestro análisis de los mismos está distorsionado por la avalancha de información (y desinformación) que ha generado el proceso del “cambio climático”. Quienes han cargado las tintas en acusar a la actividad humana como culpable única de este cambio, han propiciado que -por extrapolación- muchos se pregunten si no seremos culpables también del incremento de otros procesos catastróficos ligados a la dinámica interna del planeta.

Es ingente la cantidad de información impresa y disponible en Internet, referente a riesgos, desastres y catástrofes, por lo que aquí nos centraremos en aspectos poco conocidos que abran vías nuevas de reflexión e incluso de actuación. Para ello aprovechamos nuestra condición de geólogos, investigadores de la historia de la Tierra que, por ejemplo, nos ha hecho incidir en los episodios de extinciones masivas y sus posibles causas. Pero la primera barrera a la que nos enfrentamos, en nuestra particular filosofía de la Naturaleza, es el establecimiento de unas simples bases de partida, mucho más complejas y discutibles que la realidad aparente. Las principales facetas que plantean problemas son:

1) *Escalas y cuantificación de objetos y procesos, y de constantes y variables físicas, usando como referentes el espacio y el tiempo en sus conceptos clásicos pre-relativistas.* En el Universo y en la Tierra no hay ninguna frontera natural que separe lo grande de lo pequeño, lo rápido de lo lento, lo antiguo de lo moderno. Estas fronteras las establecemos nosotros con los más variados y discutibles criterios. Igual ocurre con las unidades: el humilde y humanizado metro es desmesuradamente grande para su empleo directo en estructura atómica, pero el recorrido de la luz en el vacío en un segundo, e incluso la “unidad astronómica” (distancia Tierra-Sol), quedan cortos fuera del Sistema Solar.

Los geólogos a veces nos ufamamos de manejarnos con una escala de tiempo que utiliza el millón de años como unidad informal (hasta los 4.500 millones de años de existencia del planeta), pero esta idea de unidad, que equivale a 10.000 siglos, se nos escapa, pues pocos de nosotros cumpliremos los 100 años. En cuanto a la escala física, aunque tampoco la comprendemos, podemos hacer una comparación gráfica: la Tierra es, en relación con el Universo conocido por medios ópticos, de un tamaño menor que el de un eritrocito con respecto a la órbita de Neptuno.

Volviendo a la realidad tangible y cotidiana, aplicaremos, como siglos atrás, criterios antropométricos y antropocéntricos para poder establecer magnitudes y frecuencias de procesos catastróficos, y evaluarlos. La idea del tamaño de la Tierra ha sido distorsionada por el empleo de medios de transporte cada vez más rápidos, que la hacen parecer más asequible y dominable. Pero, para obtener una referencia física de los desastres naturales proponemos construir una maqueta del planeta a escala 1:1.000.000, que sería una cuasi-esfera (geoide) de 12,75 m de diámetro, a la que haremos referencia más adelante. En este globo terráqueo a escala, cada mm^3 equivaldría a 1 km^3 real en el planeta, lo cual nos facilitará la representación directa de muchos fenómenos.

2) *Observación de los hechos*: entre cualquier suceso objetivo y los conceptos derivados del mismo media un observador, apoyado o no por instrumental variado. El antiquísimo problema filosófico del paso realidad-percepción-conocimiento, presenta aquí unas facetas determinantes, que lindan con el subjetivismo más puro. No se observa y analiza una situación con el mismo rigor y objetividad cuando se está en calidad de espectador, que cuando se es su víctima real o potencial: en un desastre colectivo, cada superviviente contará su experiencia dramática concreta, personalizada por su carácter, cultura, idiosincrasia, etcétera. El procesado mediático y político de unas muestras aleatorias de estos testimonios, junto con otros datos objetivos, nos dará versiones diferentes y distorsionadas de la misma catástrofe. En el actual mercado de la información global, hay fallos que afectan seriamente a la prevención y gestión de desastres naturales. Nos referimos a que se sacrifica el rigor a la rapidez dando información equivocada; a que se establecen ideas simplistas de obligada aceptación (tópicos); y a que, lo que hoy es primera plana, mañana se olvida y pronto se interpreta como que “ya está todo arreglado”. Lo ocurrido con el huracán Katrina en el sur de Estados Unidos (antes, durante y después) es un ejemplo a estudiar.

3) *Conceptos utilizados en prevención, gestión y evaluación de hechos catastróficos*. Intuitivamente todos creemos dominar la multitud de términos y conceptos que se utilizan, ya que no tienen nombres enrevesados, pero la realidad es muy distinta y el glosario ciertamente complejo. Por un lado está la nomenclatura que dominan los investigadores (ver, por ejemplo, Noto *et al.*, 1989; Hacar y Bermejo, 1996; Llorente y Laín, 2009), pero por otro están... ¡las compañías de seguros! Como simple muestra de estos términos citaremos *riesgo* (natural, antrópico, inducido, total, instantáneo, etcétera), *peligro*, *peligrosidad*, *factor de peligrosidad*, *severidad*, *exposición*, *vulnerabilidad*, *mitigación preventiva*, *mitigación correctora*, *desastre*, *emergencia*, *catástrofe*, etcétera.

Para ir más allá y por tratarse de fenómenos naturales, siempre complejos y parcialmente desconocidos, nos vamos a permitir recordar algunos conceptos esenciales, en transcripción literal del *Vocabulario Científico y Técnico de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* (1996), que más tarde utilizaremos para enjuiciar el problema:

- Modelo: esquema conceptual, susceptible de tratamiento matemático, que interpreta o predice el comportamiento de un sistema en que se desarrolla un fenómeno determinado.
- Sistema determinístico: sistema en el que se supone que las medidas de las variables no están afectadas por errores y que las relaciones entre las mismas tienen carácter no aleatorio.
- Sistema abierto: sistema termodinámico que puede intercambiar materia y energía con su entorno.
- Sistema borroso (*fuzzy*): sistema cuyo contorno o frontera con el mundo exterior no es nítido, o en el cual no hay nitidez en la separación entre los componentes o subsistemas que lo constituyen.
- Sistema estocástico (o probabilístico): sistema en el que algunas o todas las variables, y las relaciones entre ellas, tienen carácter estocástico o incierto.
- Sistema caótico: sistema caracterizado por su impredecible evolución y por ser ésta extremadamente sensible a las condiciones iniciales.

Un nuevo enfoque de los desastres naturales

Tras este largo preámbulo, empezaremos por exponer los principios y las líneas maestras de nuestra hipótesis de trabajo, previamente a su discusión:

1.- Consideramos que cada ser humano, e incluso la Humanidad completa, es una parte casi infinitesimal (en cuanto a materia y energía) respecto a la Tierra. En nuestra maqueta del planeta a escala 1.000.000 (= 12,75 m de diámetro), toda la biomasa humana compactada cabría en menos de medio milímetro cúbico (supuestos 7.500 millones de habitantes y peso medio de 50 kg).

2.- En contraste, la capacidad humana de manipulación del entorno es asombrosa, por no decir terrorífica. No obstante, esta capacidad se limita a la actuación sobre la "epidermis" de la litosfera (minería, sondeos...), hidrosfera, atmósfera y, excepcionalmente, en puntos del espacio exterior próximo. También podría incidir sobre algún aspecto mecánico del núcleo y manto terrestre en forma casi inapreciable: por ejemplo, originando microcambios en el momento cinético y en la posición del eje de rotación mediante un gigantesco transvase o la desecación de un mar. La *maquinita* de apenas 1/3 de kilowatio de potencia que es el Hombre, "madrugó" bastante como elemento distorsionador del medio: tan pronto como dominó el fuego, dispuso de una enorme energía destructiva. Nuestras posibilidades actuales, guiadas por la técnica, son casi ilimitadas en el ámbito

de la biosfera/ecosfera, pero incluso ahora, no actuando como “fuerza bruta”, sino con un mecanismo similar al enzimático, al catalítico o al infeccioso (recordemos el caso del agujero de ozono...).

3.- Contemplamos el fenómeno de la vida como un hecho excepcional que va en contra de la dinámica del universo, cuya entropía aumenta sin cesar. Aunque se descubra vida en planetas extrasolares, la materia inerte será inmensamente mayoritaria. Incluso en la Tierra, más del 97% de su masa está a una temperatura superior a la que resistiría la bacteria más extremófila.

4.- El fenómeno de la vida, que tiende a extenderse, diversificarse y perpetuarse, se ve permanentemente acosado, incluso en la superficie ama-



Figura 2. Inundación provocada en Zaragoza por una crecida del río Ebro en 1961 (foto archivo IGME).

ble de este planeta, que parece hecha *ad hoc* para su implante y proliferación, en sus múltiples vertientes macro y microscópicas. Para construir más biomasa, no faltan reservas de carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, etcétera, si bien su incremento cambiaría las condiciones ambientales.

5.- En el conjunto de este “Planeta Azul”, así como en cualquiera de sus paisajes más idílicos, lo que realmente se desarrolla es una lucha atroz por la supervivencia, causada por la nefasta aparición de los organismos heterótrofos (depredadores) de los que formamos parte. Visto desde el lado de las víctimas, éste es el continuo *desastre natural*. Echando cuentas con otro ejemplo tétrico, el canal del transvase Tajo-Segura sería insuficiente para llevar toda la sangre derramada continuamente (con dolor) en el planeta por los animales superiores que están siendo devorados. Soslayamos hablar de los microorganismos patológicos como causantes de desastres silenciosos y permanentes...

6.- La naturaleza inerte también colabora como puede causando daño, aunque suele hacerlo a trompicones, con procesos que pueden durar desde unos segundos hasta milenios. Hay un inmenso catálogo de desastres clasificables con diferentes criterios: origen de la energía que se libera, medio que la transporta o almacena, magnitud, área afectada, tipo de daños, etcétera. Aquí entraría desde un tornado hasta el impacto de un asteroide, y desde un tsunami hasta una desertización.

7.- Para la evaluación de desastres consideramos como referente al ser humano, en cuanto a su supervivencia, seguridad, salud, bienestar y pertenencias. Esta clasificación tan adecuada nos lleva por ejemplo a que, ante el accidente de un camión cargado de cochinos, nuestra alarma se centre en la suerte del conductor. En los últimos tiempos, nuestra escala de desastres incluye también los efectos sobre la biodiversidad, el medio ambiente e incluso la economía, aunque de esta última algunos acaban por beneficiarse.

8.- En cuanto a la respuesta de los poderes públicos y de los ciudadanos particulares, ensayemos un enfoque obvio. Ante cualquier probable (incluso tan sólo posible) desastre natural, parece claro que deberían desarrollarse las siguientes etapas de actuación, por orden cronológico:

- Previsión: ¿Puede ocurrir? ¿Ha ocurrido otras veces?
- Predicción: científica, instrumental (diferente para cada riesgo).
- Prevención: para paliar los efectos. Alerta y preparación de medios.
- Actuación: cuando el desastre ocurre (fuerte carga de improvisación).
- Mitigación: centrada en los efectos sobrevenidos y en riesgos nuevos...
- Prevención: utilizando la amarga experiencia adquirida, para gestionar posibles nuevos casos.

Consideraciones y propuestas utópicas

Presentamos algunas consideraciones y propuestas de forma correlativa con los ocho puntos del apartado anterior, con el propósito de generar nuevos campos de discusión, escasamente tratados en la literatura precedente.

1.- Los “grandes cataclismos” a escala humana son procesos casi imperceptibles a escala del planeta. Las ondas transversales de un gran terremoto serían comparativamente las mismas que las generadas en la campana del Kremlin por el impacto de un hueso de aceituna. En nuestra maqueta global a escala 1:1.000.000, un humano adulto sería como un bacilo de aproximadamente 1,8 micras de altura y 0,5 micras de diámetro. De cara a la mayoría de los desastres naturales, estamos peor adaptados que los cuadrúpedos por nuestra evolución específica (gran masa encefálica, bipedalismo, ausencia de pelo protector, etcétera). Cualquier mamífero de nuestro peso soporta mejor que nosotros la intemperie, caídas e impactos, y corre más que el jamaicano plusmarquista mundial (que apenas supera los 36 km/h en 100 m). Podría considerárenos pues, como *puntos pensantes* en la superficie terrestre y, como además sentimos, tenemos derecho a valorar las catástrofes en nuestra medida antropométrica y obrar en consecuencia. Más motivos de humildad: en el maremoto del 26 de diciembre de 2004 en Sumatra, los animales libres corrieron a refugiarse en zonas altas por su instinto y percepción “extrasensorial”, mientras que los humanos, sin instinto, conocimientos ni tecnología adecuada, se lanzaron a la playa atraídos por la retracción previa a la ola...



Figura 3. El edificio Alto Río de 20 pisos (Concepción, Chile) se vino abajo a consecuencia del terremoto del 27 de febrero de 2010 (©Claudio Núñez).

2.- La aparición del *Homo sapiens* sobre la faz de la Tierra representó el comienzo de una revolución biológica total (al margen de lo que digan los libros sagrados de cualquier religión). Podríamos definirlo como el “mono curioso” (¡y ya los monos suelen serlo!). Hemos invadido todos los hábitats y fabricamos otros incluso extraterrestres. Tenemos una capacidad de hacer daño casi infinita. Si consideramos el cerebro humano como parte evolutiva de la naturaleza, podría considerarse la mayor fábrica de desastres naturales: elimina especies, transforma el medio, inventa tóxicos, aísla sustancias como el Polonio 210 y, sobre todo, genera guerras: más de 6.000 documentadas. Pero las guerras las cuentan habitualmente los vencedores (y en todo caso los supervivientes). Si los más de 50 millones de muertos de la II Guerra Mundial nos contaran sus últimas horas, quedarían eclipsadas y superadas todas las listas de catástrofes naturales de las que hay registro histórico.

3.- La vida de una especie concreta, incluida la nuestra, pende de un delicado equilibrio entre múltiples factores. Un desastre natural puede romper ese equilibrio y dar al traste con la especie. De hecho, están documentadas múltiples extinciones globales en la historia del Fanerozoico, además de las llamadas “cinco grandes”. Se buscan las causas: caída de asteroides, descomunal vulcanismo, intensas glaciaciones, radiación extraterrestre, cambios atmosféricos, etcétera. Pero hasta ahora su consecuencia siempre ha sido que han desaparecido unas formas de vida y han sido reemplazadas por otras, más adaptables al nuevo escenario ambiental. Distinguimos entre lo que sería extinción selectiva de formas de vida concretas (pequeñas catástrofes, que podrían incluso tener origen biológico: mutaciones en virus o bacterias) y la extinción de la vida como tal, que requeriría uno de estos tres fenómenos: un supervulcanismo descomunal, el impacto de un enorme asteroide con ruptura de la corteza terrestre, o la transformación (que se considera muy lejana en el tiempo) del Sol en una gigante roja que acabaría por englobar a la Tierra.

4.- El acoso del medio natural (inerte y vivo) sobre la especie humana, es cotidiano y multiforme, con picos locales o globales aislados, es decir: desastres, catástrofes, epidemias, etcétera. En las civilizaciones más primitivas el resultado fue dramático, con extinciones que incluso nos pueden haber pasado desapercibidas. Nos centramos en nuestro *primer mundo*, complejo y hedonista, y consideramos una catástrofe que los aviones no puedan volar unos días por culpa de un pequeño volcán. Aunque el aire a ras de suelo haya sobrepasado ocasionalmente hacia abajo los -70°C y hacia arriba los $+70^{\circ}\text{C}$, convivimos con gente que solicita calefacción si la temperatura baja de 22°C en invierno, y refrigeración si sube de 23°C en verano. En España tenemos alerta por pronósticos de temperaturas superiores a los 35°C y, simultáneamente, en África y Oriente Medio, sobreviven rondando los 50°C . Mirando desde aquí al *tercer mundo* debemos distinguir entre las amenazas naturales a la vida humana (en términos de sí/no), y las amenazas a nuestro modo de vida confortable y complejo que es, por lo tanto, muy vulnerable: imaginemos un corte total de suministro eléctrico a

escala nacional durante 24 h... También constituye una bochornosa evidencia ver cómo tratan nuestros medios de comunicación y nuestra sociedad dos desgracias equivalentes, ocurridas en zonas avanzadas o atrasadas, obviando incluso criterios de proximidad geográfica o lejanía.

5.- En la permanente lucha por la vida entre especies e individuos (recordemos el *gen egoísta*), el papel de las catástrofes naturales es cambiar las reglas del juego. En casos extremos, como las extinciones masivas del registro geológico, podríamos hablar metafóricamente de un “borrón y cuenta nueva” o de “romper la baraja”, lo que nos ahorra descripciones. Pero siempre hay especies oportunistas que se benefician de la muerte ajena, desde el buitres a la bacteria, y que medran (por ejemplo plagas y epidemias subsecuentes a inundaciones). Incluso en el caso extremo de una enorme biomasa quemada, el aumento de CO₂ beneficia a la fotosíntesis vegetal.

6.- La naturaleza inerte tiene, a la escala espacio-temporal humana, una dinámica lenta pero potentísima, en ocasiones con saltos bruscos. Las cantidades de energía que entran en juego son fabulosas, en forma de radiaciones, calor, energía potencial, energía cinética, energía eléctrica, etcétera.



Figura 4. Deslizamiento de tierras que corta la carretera de acceso a uno de los complejos arqueológicos del Valle sagrado de los Incas, cerca de Cuzco, Perú. Septiembre de 2010 ©Juan Carlos Gutiérrez).

En un metro cuadrado colocado perpendicularmente a los rayos del sol, se recibe, de modo continuo, una energía superior a un kilowatio, equivalente a la que desarrollarían cuatro atletas. La humanidad ha perdido un tiempo precioso, casi "hasta ayer", para comprender la dinámica de la Tierra, achacando a castigos divinos fenómenos explicables con la Física de los antiguos griegos. Las leyes naturales -conocidas o no- son inexorables y *humanamente* crueles. Una catástrofe absoluta no distingue, y trata igual a un psicópata recalitrante, que a un héroe o a un recién nacido. Es más: si la catástrofe es relativa y parcialmente dominable, puede dar margen a una selección negativa que beneficie al primer sujeto citado. Por este motivo insistimos de nuevo en la desproporción de las fuerzas de la naturaleza inerte con respecto a un individuo concreto. Con referencia a un caso localizado, la tragedia del camping de Biescas (7 de agosto de 1996), la energía liberada por una masa de agua, lodo y piedras, era muy superior a la de un "Jumbo" en su despegue. Y la energía calorífica desprendida por la combustión de dos o tres granos de trigo, transformada en trabajo, sería suficiente para provocarnos un traumatismo severo.

7.- Al utilizar muertos y heridos como elemento de valoración de desastres, obtenemos una escala distorsionada de su magnitud. Está claro que factores circunstanciales pueden paliar o agravar las consecuencias: densidad de población, época del año, hora del día, otros factores naturales, características culturales y concienciación de la sociedad, etcétera. Las áreas más activas del planeta ofrecen más alicientes a la ocupación humana que un páramo estable arrasado: deltas y planicies costeras, llanuras de inundación en valles, relieves juveniles con tectónica activa, rocas volcánicas que generan buenos suelos, etcétera. Así tenemos que el área tectónica más mortífera en tiempos históricos corresponde a la prolongación hacia el noreste del "carril suroriental" de la placa tectónica india, dentro de áreas muy pobladas de China; mientras que terremotos mucho mayores en áreas poco pobladas (Chile 1960, Alaska 1964) causaron menos daños personales y cayeron pronto en el olvido.

8.- Parece pretencioso e insensato dar consejos a la multitud de científicos de renombre, y de diferentes disciplinas, que se dedican al estudio de los desastres y las catástrofes naturales. Pero el hecho es que tras las mismas se sigue poniendo en evidencia que las cosas pudieron hacerse mejor: antes, durante y después del episodio. Hay muchos factores que fallan en el sistema, y al que da la alarma se le ignora o se tiene por agorero o catastrofista. ¿Quién conoce el concienzudo trabajo de Ruegg *et al.* (2009), que mostró la inminencia del terremoto de Chile de 2010? ¿Quién predijo el terremoto-maremoto de Sumatra de 2004, que "a toro pasado" generó cientos de publicaciones clarividentes?

En nuestra modesta opinión, cada desastre nos enseña cosas nuevas, lo cual quiere decir que es diferente a los demás en sus causas y modo de abordarlo.

Hoy en día están de moda los modelos numéricos de cualquier proceso natural, catastrófico o no, pero lo cierto es que disponemos de más medios infor-



Figura 5. Destrozos provocados por el huracán Katrina en Nueva Orleans (Louisiana) en agosto de 2005. En la foto se ve la carretera Interestatal 10 a la altura del West End Boulevard y, al fondo, el lago Pontchartrain (©Kyle Niemi, cortesía del U.S. Federal Government).

máticos que de bases de datos adecuadas. Las predicciones meteorológicas locales a más de 72 horas, aún imprecisas, son atrevidas.

Cualquier entorno y cualquier proceso catastrófico previsible en el mismo, es casi imposible de modelizar, ya que estamos ante funciones con múltiples variables, algunas de ellas incontrolables. El escenario y los factores implicados no constituyen un sistema determinístico y cerrado, sino un sistema abierto, borroso, probabilístico e incluso caótico (véanse definiciones en la introducción). En ocasiones el núcleo principal del riesgo está en la parte artificial del sistema, por sus instalaciones industriales, obras públicas, almacenes y depósitos: industrias químicas, embalses, vertederos de residuos, plantas nucleares, etcétera.

Es deseable que los modelos numéricos de cada posible desastre natural queden sólo como apoyo a otros “modelos integrales” más ambiciosos, basados en el conocimiento, sentido común e imaginación responsable. Una catástrofe es, además, un fenómeno de masas, que psicólogos, sociólogos, médicos y políticos han de analizar y gestionar.

Durante la catástrofe y en su entorno temporal, se ponen de manifiesto las profundas diferencias individuales. Hay dos formas de imponer la coordinación: una razonada, en sociedades avanzadas, con predominio de la información; y otra más autoritaria, en las más atrasadas. ¿Cuánta ayuda externa se retraerá si se ven imágenes como las de Haití, con gente joven e indolente, cuando no fornidos mocetones armados con machetes, saqueando las ruinas o imponiendo su ley para hacerse con los escasos alimentos que llegan?

Consideraciones finales

Como estudiosos de la Tierra y el medio ambiente, y como personas sensibles ante todo lo humano, hemos querido mostrar algunas consideraciones personales sobre aspectos generales de los desastres y las catástrofes naturales, así como reflexiones críticas con respecto a la habitual gestión de éstas, en sus tres etapas de prevención, actuación y remedio. No se trata de un artículo académico, sino de una improvisada “tormenta de ideas” desde nuestra parcela de las Ciencias de la Naturaleza en la que siempre nos toca jugar el papel más desairado: aunque los geólogos no somos los malos de la película, hacemos de mensajeros que traen y explican la mala noticia. Tras las últimas catástrofes naturales de todos conocidas, nos invade una viva indignación ante la certeza de que esta sociedad del siglo XXI, tan tecnológica, no lo está haciendo bien. Demasiados muertos y demasiados daños, que en parte podrían haberse evitado con el sentido común de los antiguos griegos, la técnica y el derecho romanos, y la generosidad de los primitivos cristianos, dentro de un espíritu renacentista.

La cantidad de información y los ríos de tinta vertidos en torno al tema que nos ocupa son sencillamente abrumadores. La modelización de casos teóricos simplistas, y por lo tanto irreales, constituyen la nutrida avanzada en la literatura mediática y científica actual; mientras que trabajos concienzudos, con humilde planteamiento y aplicación práctica, resultan muchas veces margina-

dos. Tanto en geología como en sociología de catástrofes, hay planteamientos y praxis que siguen siendo válidos y equivalentes a los de los antiguos y beneméritos médicos rurales (afortunadamente auxiliados por la analítica e instrumentación de hoy en día). Siguiendo este símil, en geología, climatología, hidrología y oceanografía de catástrofes, hay conceptos médicos que serían transferibles: medicina preventiva, anamnesis, historial, pródromos, etiología, sintomatología, diagnóstico, terapéutica (poca), efectos secundarios, convalecencia, recaídas, casuística, etcétera.

En (utópico) resumen, creemos que en toda área peligrosa por sus antecedentes, por su densidad de población o por sus instalaciones, habría que elaborar una completísima ficha, disponible cuando la emergencia sea probable o inminente, ya que nunca habrá tiempo de reacción si se parte de cero. Recordemos a este respecto que, en el terreno de la seguridad, hay demasiadas costumbres erróneas que aceptamos sin crítica y sin análisis. Como narraba un veterano dicho apócrifo: "si un extraterrestre viera que utilizamos carreteras de doble sentido, en las que coches guiados manualmente se cruzan a alta velocidad con sólo unos centímetros de margen de error (y esto millones de veces cada día)... ¡pensaría que estamos locos de remate!". Aceptamos, por tanto, el permanente riesgo de vivir.

Referencias y lecturas recomendadas

- Alfaro P, Brusi D y González M. *El cine de catástrofes, ¡que catástrofe de cine!* Cuadernos del Museo Geominero. 2008;11:1-12.
- Ayala FJ, Olcina C, coord. *Riesgos naturales*. Barcelona: Editorial Ariel Ciencia; 2002.
- Brown D. *Geohazards lurk in familiar places*. AAPG Explorer. 2010 mar:6-8.
- Brusi D, Alfaro P y González M. *Los riesgos geológicos en los medios de comunicación*. Enseñanza de Ciencias de la Tierra. 2008;16:154-166.
- Díaz Herrero A, Laín Huerta L y Llorente Isidro M. *Mapas de peligrosidad por avenidas e inundaciones. Guía metodológica para su elaboración*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España; 2008.
- Hacar MA y Bermejo C. *Accidentes y catástrofes (primera parte)*. Madrid: Edit. MAP & SIG Consulting S.L.; 1996.
- *Catálogo nacional de riesgos geológicos*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España; 1988.
- Llorente M y Laín L. *Riesgos geológicos: técnicas de análisis y mitigación*. Enseñanza de Ciencias de la Tierra. 2009;17:232-241.
- Noto R, Huguenard P y Larcán A. *Manual de medicina de catástrofe*. Barcelona: Masson S.A.; 1989.
- Real Academia de CC. Exactas, Físicas y Naturales. *Vocabulario Científico y Técnico* (3ª edición). Madrid: Espasa; 1996.
- Rowan, C. *The seismic non-pocalypse*. Earth. 2010;55:86.
- Ruegg JC, Rudloff A, Vigny C, Madariaga R, Chaballier JB de, Campos J, Kausel E, Barrientos S. y Dimitrov D. *Interseismic strain accumulation measured by GPS in the seismic gap between Constitución and Concepción in Chile*. Physics of the Earth and Planetary Interiors. 2009;175:78-85.